

PATENT APPLICATIONIN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group: Unknown }

Atty. Docket: 9090-0149 }

Applicants: Georg et al. }

Title: APPARATUS FOR USE IN  
AN INDUSTRIAL PROCESS AND  
PLANT ET AL. }

Serial No.: Unknown }

Filed: Herewith }

Examiner: Unknown }

Certificate Under 37 CFR 1.10

Express Mail Label No.: EM139134505US

Date of Deposit: October 12, 1999

I hereby certify that this paper or fee is being deposited  
with the United States Postal Service "Express Mail Post  
Office to Addressee" service under 37 C.F.R. 1.10 on the  
date indicated above and is addressed to the Assistant  
Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231

Sherron E. Walker

Typed or Printed Name of Person Mailing Paper or Fee

Sherron E. Walker

Signature of Person Mailing Paper or Fee

JC564 U.S. PTO  
09/415815

10/12/99

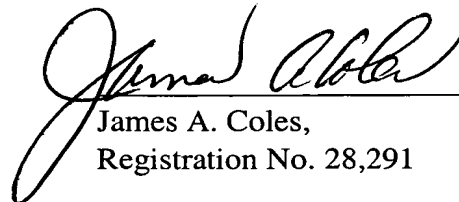
CLAIM OF PRIORITYAssistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Dear Sir:

Priority rights are hereby claimed in the above-identified case under the  
provisions of 35 U.S.C. 120 in view of the European application filed as indicated as follows:Filing Date: October 29, 1998  
Application No.: 98120182.5  
Country: European Patent Office

A certified copy is attached.

Respectfully submitted,

James A. Coles,  
Registration No. 28,291JAC/sw  
Indianapolis, Indiana  
(317) 684-5251  
249101

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Europäisches  
Patentamt**

**European  
Patent Office**

**Office européen  
des brevets**

JC564 U.S. PRO  
09/415815



**Bescheinigung**

**Certificate**

**Attestation**

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

**Patentanmeldung Nr.    Patent application No.    Demande de brevet n°**

**98120182.5**

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

DEN HAAG, DEN  
THE HAGUE,  
LA HAYE, LE

28/07/99

J. POTTB

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

**Blatt 2 der Bescheinigung**  
**Sheet 2 of the certificate**  
**Page 2 de l'attestation**

Anmeldung Nr.:  
Application no.:  
Demande n°: 98120182.5

Anmeldetag:  
Date of filing: 29/10/98  
Date de dépôt:

Anmelder:  
Applicant(s):  
Demandeur(s):  
ENDRESS + HAUSER GMBH + CO.  
D-79689 Maulburg  
GERMANY

Bezeichnung der Erfindung:  
Title of the invention:  
Titre de l'invention:

Gerät zur Verwendung in einem industriellen Prozess und Anlage mit solchen Geräten sowie Verfahren  
zum Simulieren des Betriebs einer solchen Anlage

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:  
State:  
Pays:

Tag:  
Date:  
Date:

Aktenzeichen:  
File no.  
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:  
International Patent classification:  
Classification internationale des brevets:  
G05B17/02

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:  
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE  
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:  
Remarks:  
Remarques:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**PRINZ & PARTNER** GbR

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS  
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS

EPO - Munich

45

29. Okt. 1998

Manzingerweg 7  
D-81241 München  
Tel. +49 89 89 69 80

29. Oktober 1998

Endress + Hauser GmbH + Co.  
Hauptstraße 1  
79689 Maulburg

Unser Zeichen: E 1872 EP

Schw/Hc

---

Gerät zur Verwendung in einem industriellen Prozeß und  
Anlage mit solchen Geräten sowie Verfahren zum Simulieren  
des Betriebs einer solchen Anlage

---

Die Erfindung bezieht sich auf ein Gerät zur Verwendung in  
einem industriellen Prozeß, in dem es zum Übertragen von  
Daten- und Steuersignalen über einen Bus mit einer zentralen  
Steuereinheit verbindbar ist. Ferner bezieht sie sich auf  
eine Anlage mit solchen Geräten sowie ein Verfahren zum  
Simulieren einer solchen Anlage.

Komplexe Prozesse und Verfahrensabläufe, z.B. der Betrieb  
einer großen Industrieanlage, laufen heutzutage automati-  
siert ab. In einer solchen Anlage sind in der Regel zahl-  
reiche Geräte, beispielsweise Sensoren, Aktoren, Ventile,  
Pumpen und dergleichen über einen Bus mit einer zentralen  
Steuereinheit (PC oder Prozeßleitsystem) verbunden, die die  
Geräte steuert. Ein wesentlicher Punkt für die Sicherheit  
und die Funktionsfähigkeit der Anlage ist dabei das Verhal-  
ten jedes einzelnen Geräts sowie das Zusammenspiel der  
Geräte untereinander. Derzeit ist es üblich, für jedes Gerät

eine Gerätebeschreibung zu erstellen, die in die zentrale Steuereinheit geladen wird und diese über die Funktionalität und die Parameter des Geräts informiert. Diese Gerätebeschreibung ist aber unvollständig und nicht geeignet, der zentralen Steuereinheit ein vollständiges Abbild des Geräts zur Verfügung zu stellen. Anlagen, in denen Geräte verwendet werden, für die diese unvollständigen Gerätebeschreibungen existieren und in die zentrale Steuereinheit geladen werden, können daher nur im praktischen Betrieb getestet werden, und auch das Gesamtverhalten der Anlage, das durch das Zusammenspiel der einzelnen Geräte bestimmt wird, läßt sich nur mit den tatsächlich in Betrieb befindlichen Geräten testen und analysieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gerät der eingangs angegebenen Art zu schaffen, das so ausgestattet ist, daß es der zentralen Steuereinheit ermöglicht, den tatsächlichen Betrieb des Geräts so zu simulieren, als wäre es tatsächlich über den Bus mit der zentralen Steuereinheit verbunden. Ferner soll eine Anlage mit solchen Geräten geschaffen werden, deren Gesamtverhalten in der zentralen Steuereinheit simuliert werden kann. Ferner soll ein Verfahren zum Simulieren einer solchen Anlage geschaffen werden.

Das erfindungsgemäße Gerät ist dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gerät ein Software-Gerätemodell gespeichert ist, das ein vollständiges Abbild des Geräts einschließlich seiner Parameter, Funktionalität und Ablaufprogramme enthält.

Die Anlage gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Gerätemodelle in die Steuereinheit ladbar sind, daß in der Steuereinheit ein Softwareprogramm vorgesehen ist, mit dessen Hilfe unter Verwendung der geladenen Gerätemodelle der Betrieb der Anlage zu deren Test unter Einbeziehung aller in den Gerätemodellen enthaltenen Parameter und Funktionalitäten simuliert werden kann.

Das Verfahren nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß in die zentrale Steuereinheit Gerätemodelle der in der Anlage einzusetzenden Geräte geladen werden, das mittels einem in der Steuereinheit ablaufenden Softwareprogramms der Betrieb der Anlage unter Einbeziehung aller in den Gerätemodellen enthaltenen Parameter und Funktionalitäten simuliert wird.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung beispielshalber erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung einer Anlage mit erfindungsgemäßen Geräten,

Figur 2 ein Meßgerät mit seinen wesentlichen Elementen in schematischer Form und

Figur 3 ein Anwendungsbeispiel der Erfindung.

Die in Figur 1 dargestellte Anlage enthält beispielsweise drei Geräte, 10, 12 und 14, die über einen Bus 16 mit einer zentralen Steuereinheit 18 verbunden sind. Bei den Geräten kann es sich um Sensoren, Aktoren, Ventile, Pumpen usw. handeln. In jedem Gerät 10, 12, 14 ist ein Gerätemodell 20, 22 bzw. 24 gespeichert, das alle relevanten Informationen über das Gerät enthält, also alle Parameter, die Gerätefunktionalität sowie die im Gerät enthaltenen Programme und Ablaufvorgaben. Dieses Gerätemodell ist somit jeweils eine vollständige Abbildung des Geräts, so daß mit ihm bei Einsatz eines entsprechenden Softwareprogramms ebenso wie mit dem tatsächlichen Gerät gearbeitet werden kann.

Die Gerätemodelle können in die zentrale Steuereinheit 18 geladen werden, was bei 20', 22' und 24' angedeutet ist.

In Figur 2 ist in schematischer Form ein Meßgerät 26 mit seinen wesentlichen Einheiten dargestellt, das mit einem Gerätemodell ausgestattet ist. Dieses Meßgerät empfängt an

einer Eingangsstufe 30 ein Meßsignal, verarbeitet dieses Meßsignal in einer Recheneinheit 32 unter Berücksichtigung von eingegebenen Parametern und Grenzwerten und gibt dann über eine Ausgangsstufe 34 digitale Daten an den Bus 16 zur Weiterleitung an die zentrale Steuereinheit 18 ab oder erzeugt auch ein Ausgangssignal, das direkt ein Relais betätigt. Das im Meßgerät 26 gespeicherte Gerätemodell 28 kann in die zentrale Steuereinheit 18 geladen werden, das dann einen bestimmten Meßsignalverlauf vorgibt und das Verhalten des Meßgeräts 26 anhand des Gerätemodells 28 simuliert. Dabei wird der gesamte Ablauf von der Meßsignalaufnahme über die Meßsignalverarbeitung bis zur Ausgabe des Meßwerts und/oder dem Schalten eines Relais nachgebildet. Die Meßsignalverarbeitung wird durch die Parameter und die Funktionalitäten vorgegeben. Bei einem regulären Betrieb des Meßgeräts erfolgt die Meßsignalverarbeitung natürlich unter Einbeziehung der Parameter und Funktionalitäten in dessen Recheneinheit, indem Programme und/oder Ablaufvorgaben abgearbeitet werden.

Bei Einsatz mehrerer solcher Geräte mit in ihnen abgespeicherten Gerätemodellen und dem entsprechenden Softwareprogramm in der zentralen Steuereinheit 18 kann eine gesamte Anlage konzipiert und deren Verhalten simuliert werden. Dabei kann insbesondere auch das Wechselspiel zwischen vielen verschiedenen Geräten simuliert werden. Hierdurch wird es ermöglicht, auch verfahrenstechnisch sehr kritische Prozeßsituationen nachzuempfinden und die Einstellungen und die Funktionsfähigkeit aller Geräte sowie deren fehlerfreies Zusammenspiel können getestet werden.

Es ist auch möglich, iterative Prozesse bei der Einstellung der Meßgeräte erheblich abzukürzen. Als Beispiel sei ein Behälter 36 genannt, der oben mittels einer Pumpe 38 befüllt wird und der unten einen mit einem einstellbaren Ventil verschließbaren Ablauf aufweist. Ein Meßgerät 42 bestimmt dabei den Füllstand im Behälter 36. In Figur 3 ist ein Beispiel eines solchen Anwendungsfalls schematisch darge-

- 5 -

stellt. Aufgrund der Simulation mittels des in dem Meßgerät 42 gespeicherten und in die Steuereinheit 18 ladbaren Gerätemodells kann direkt erkannt werden, ob die Pumpe 36 beispielsweise mehr Füllgut zuführt, als über das Ventil 40 abfließt und deshalb bereits bei niedrigerem Füllstand eine Ventilöffnung erfolgen sollte. Falls bei der Simulation das Problem erkannt wird und dabei alle relevanten Variablen ermittelt wurden, kann deren Dimensionierung für das gewünschte korrekte Verhalten vorgenommen werden.

Die Gerätemodelle 20, 22, 24, 28 können auch als selbständige, z.B. in einer Datenbank abgelegte Simulationsbausteine zur Simulation verwendet werden. Dabei ist es natürlich auch möglich, diese Gerätemodelle auf Datenträger zu speichern, die von dem Datenträger in die zentrale Steuereinheit 18 geladen werden.

Vorzugsweise sind die Gerätemodelle aber in den jeweiligen Geräten abgelegt, und die Verbindung mit der zentralen Steuereinheit erfolgt über die bidirektionale Busverbindung. Beim Simulieren wirkt die zentrale Steuereinheit dann unter dem Einfluß des entsprechenden Softwareprogramms wie ein Simulationsrechner.

Sollte sich bei einer Simulation herausstellen, daß die im Gerätemodell enthaltenen Parameter ungünstig sind, können sie von der Zentrale aus verändert werden, wobei dann das entsprechend veränderte Gerätemodell im Gerät abgespeichert wird. Die Veränderungen des Gerätemodells können sich dabei neben den Änderungen auf die Parameter auch auf die im jeweiligen Gerät vorhandene Software beziehen.

Durch die Erfindung wird es ermöglicht, auf einfache Weise industrielle Anlagen zu konzipieren und zu testen, ohne daß es erforderlich ist, die üblicherweise in großer Anzahl vorhandenen Geräte tatsächlich in Betrieb zu nehmen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EPO - Munich  
45  
29. Okt. 1998

### Patentansprüche

1. Gerät (10, 12, 14) zur Verwendung in einem industriellen Prozeß, in dem es zum Übertragen von Daten- und Steuer-signalen über einen Bus (16) mit einer zentralen Steuer-einheit (18) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gerät (10, 12, 14) ein Software-Gerätemodell (20, 22, 24) gespeichert ist, das ein vollständiges Abbild des Geräts einschließlich seiner Parameter, Funktionalität und Ablauf-programme enthält.
2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerätemodell (20, 22, 24) in einer einheitlichen Programm-sprache erstellt ist, mit der die Funktionalität und die Parameter des Geräts (10, 12, 14) eindeutig abbildbar sind.
3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerätemodell (20, 22, 24) in einer Version abgespeichert ist, die eine optimale Nutzung des im Gerät (10, 12, 14) verfügbaren Speicherplatzes ermöglicht.
4. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekenn-zeichnet, daß das Gerätemodell (20, 22, 24) mittels eines Softwareprogramms modifizierbar ist.
5. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zugriff zum Auslesen und Schreiben des Gerätemodells (20, 22, 24) mittels eines Software-programms ermöglicht wird.
6. Gerät nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugriffsrechte auf das zum Auslesen und Schreiben einge-setzten Softwareprogramms konfigurierbar sind.

7. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zugriffsrechte auf das Gerätemodell (20, 22, 24) konfigurierbar sind.

8. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Gerätemodell (20, 22, 24) auf einem Datenträger abspeicherbar und von einem Softwareprogramm benutzbar ist.

9. Anlage mit mehreren Geräten (10, 12, 14) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, die über einen Bus (16) mit einer zentralen Steuereinheit (18) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Gerätemodelle (20, 22, 24) in die Steuereinheit (18) ladbar sind, daß in der Steuereinheit (18) ein Softwareprogramm vorgesehen ist, mit dessen Hilfe unter Verwendung der geladenen Gerätemodelle (20', 22', 24') der Betrieb der Anlage zu deren Test unter Einbeziehung aller in den Gerätemodellen (20', 22', 24') enthaltenen Parameter und Funktionalitäten simuliert werden kann.

10. Anlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Gerätemodelle (20', 22', 24') je nach dem Ergebnis der Simulation von der zentralen Steuereinheit (18) modifizierbar sind.

11. Verfahren zum Simulieren des Betriebs einer Anlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß in die zentrale Steuereinheit (18) Gerätemodelle (20', 22', 24') der in der Anlage einzusetzenden Geräte (10, 12, 14) geladen werden, daß mittels einem in der Steuereinheit (18) ablaufenden Softwareprogramms der Betrieb der Anlage unter Einbeziehung aller in den Gerätemodellen (20', 22', 24') enthaltenen Parameter und Funktionalitäten simuliert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Gerätemodelle (20, 22, 24) in Abhängigkeit vom Ergebnis der Simulation von der zentralen Steuereinheit (18) modifiziert werden.

EPO - Munich  
45  
29. Okt. 1998

### ZUSAMMENFASSUNG

---

Gerät zur Verwendung in einem industriellen Prozeß und  
Anlage mit solchen Geräten sowie Verfahren zum Simulieren  
des Betriebs einer solchen Anlage

---

In einem Gerät (10, 12, 14) zur Verwendung in einem industriellen Prozeß, in dem es zum Übertragen von Daten- und Steuersignalen über einen Bus (16) mit einer zentralen Steuereinheit (18) verbindbar ist. In dem Gerät (10, 12, 14) ist ein Software-Gerätemodell (20, 22, 24) gespeichert, das ein vollständiges Abbild des Geräts einschließlich seiner Parameter, Funktionalität und Ablaufprogramme enthält.

Fig. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EPO - Munich  
45  
29. Okt. 1998

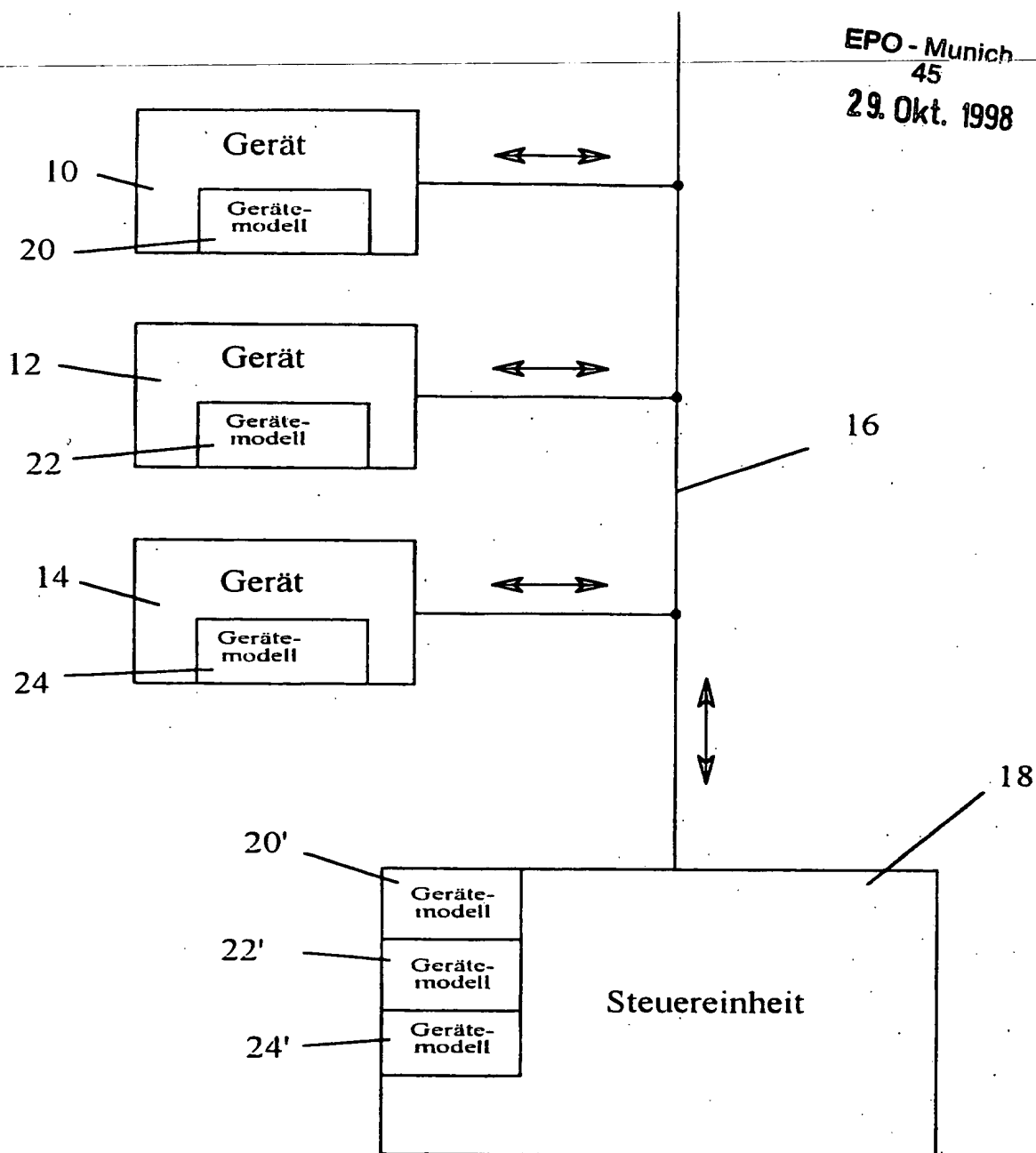


Fig.1

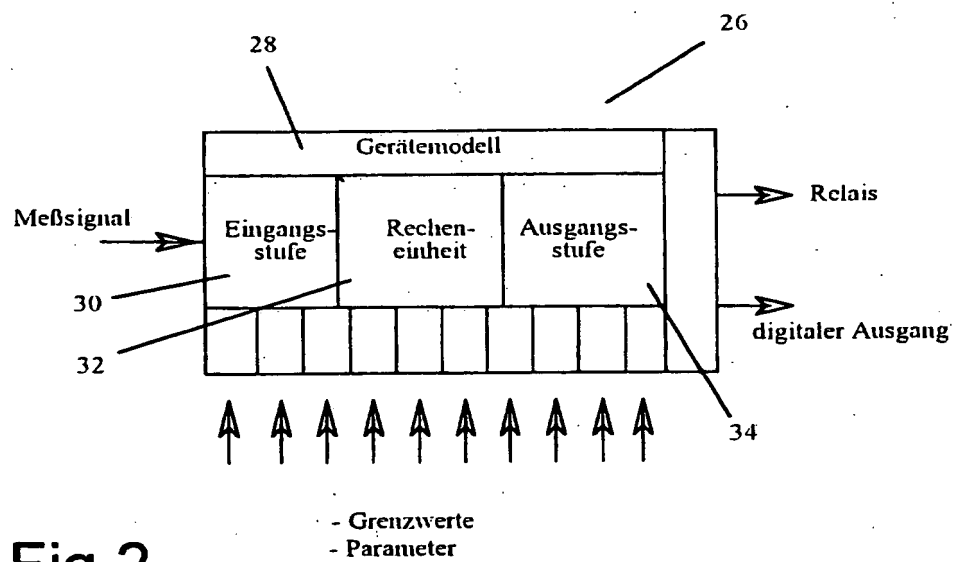


Fig.2

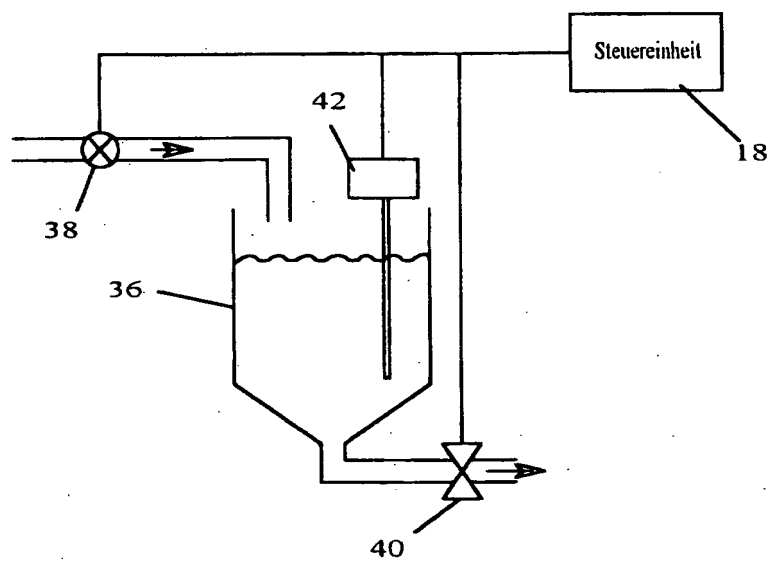


Fig.3